

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BS.643-4 (12/2022)

**Système de radiodiffusion de données
destiné à l'accord automatique ainsi qu'à
d'autres fonctions dans les récepteurs de
radiodiffusion à modulation de fréquence
et utilisable avec le système
à fréquence pilote**

Série BS
Service de radiodiffusion sonore

Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Également disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Émissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2023

© UIT 2023

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R BS.643-4*

Système de radiodiffusion de données destiné à l'accord automatique ainsi qu'à d'autres fonctions dans les récepteurs de radiodiffusion à modulation de fréquence et utilisable avec le système à fréquence pilote

(1986-1990-1995-2011-2022)

Domaine d'application

La présente Recommandation indique les principaux paramètres et les principales prescriptions opérationnelles concernant l'utilisation du système de radiodiffusion de données (RDS, *radio data system*) pour la radiodiffusion en ondes métriques à modulation de fréquence.

Mots-clés

Radiodiffusion à modulation de fréquence (MF), système de radiodiffusion de données

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'en radiodiffusion en ondes métriques à modulation de fréquence, la densité des émissions dans de nombreuses parties du monde augmente à un point tel qu'il devient de plus en plus difficile d'accorder le récepteur sur la chaîne de programme désirée, notamment dans le cas des récepteurs MF portatifs ou d'automobile;
- b) que, par ailleurs, certaines techniques offrent la possibilité d'ajouter aux signaux radiophoniques des signaux de données auxiliaires permettant l'application d'une grande diversité de méthodes d'identification des émissions, ce qui facilite l'accord assisté ou automatique des récepteurs de radiodiffusion;
- c) que de tels signaux de données peuvent être ajoutés à des émissions en modulation de fréquence existantes de manière à être inaudibles, assurant ainsi une bonne compatibilité avec la réception des programmes normaux en monophonie ou en stéréophonie;
- d) qu'il existe des techniques peu coûteuses et optimisées par des procédés de miniaturisation qui permettent de réaliser l'accord assisté ou automatique du récepteur au moyen des signaux de données;
- e) qu'un tel système offre une souplesse suffisante pour permettre la réalisation de nombreuses applications facultatives répondant aux besoins particuliers de chaque radiodiffuseur;
- f) que de nombreux pays ont mis en oeuvre ce système dans leurs émissions,

recommande

1 que les radiodiffuseurs souhaitant introduire en radiodiffusion à modulation de fréquence la diffusion d'informations supplémentaires destinées à l'identification de la chaîne et de l'émetteur ou à d'autres applications adoptent le système de diffusion de données en radiodiffusion RDS décrit dans l'Annexe 1.

2 que les notes suivantes soient considérées comme faisant partie de la présente Recommandation.

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

NOTE 1 – Des renseignements concernant les caractéristiques d'exploitation du système RDS sont donnés dans l'Annexe 2.

NOTE 2 – La version la plus récente de la norme internationale RDS est la norme CEI 62106 (2018 et ultérieure, toutes les parties). En Amérique du Nord, bien que la structure et le codage soient identiques, il existe de légères différences concernant la mise en oeuvre de certaines fonctions. La norme RDS, appelée norme RBDS en Amérique du Nord, fait l'objet de la norme CEI 62106-9.

NOTE 3 – Depuis la première spécification de la norme RDS en 1984 par l'Union européenne de Radio-Télévision (UER), des milliards de récepteurs RDS ont été et sont encore produits dans le monde, les prix de détail étant maintenus à un très bas niveau du fait que la production en grandes quantités du décodeur RDS intégré aux puces de silicium du récepteur MF et la technologie des systèmes de radiocommunication pilotés par logiciel sont très peu coûteuses.

Annexe 1

Spécifications du système de diffusion de données en radiodiffusion*

1 Modulation de la voie de données

1.1 Fréquence de la sous-porteuse de base (obligatoire): 57 kHz, verrouillée en phase ou en quadrature sur la troisième harmonique de la fréquence pilote 19 kHz (± 2 Hz) dans le cas de la stéréophonie. Tolérance de fréquence: ± 6 Hz.

1.2 Trois sous-porteuses supplémentaires (facultatif): 66,5 kHz, 71,25 kHz et 76,0 kHz, verrouillées en phase sur la sous-porteuse de base 57 kHz¹.

1.3 Niveau de la sous-porteuse: la déviation nominale recommandée de la porteuse MF principale due à chaque sous-porteuse modulée est de ± 2 kHz. Toutefois, dans la pratique, pour la sous-porteuse de base, cette valeur peut être de $\pm 1,2$ kHz seulement. De nombreux radiodiffuseurs de l'UER offrant des services avec une plage dynamique étendue (musique classique par exemple) préfèrent cette valeur plus basse pour assurer la meilleure qualité de fonctionnement possible du point de vue du rapport signal/bruit. Le décodeur doit toutefois être conçu pour fonctionner à des niveaux de sous-porteuse correspondant à des déviations comprises entre ± 1 et $\pm 7,5$ kHz.

Les excursions de fréquence de crête des flux de données supplémentaires sur les sous-porteuses supérieures doivent être optimisées. Étant donné que l'amplitude du flux de données RDS2 augmente avec l'excursion de fréquence de crête, une excursion plus grande entraînerait une meilleure performance concernant le taux d'erreur sur les bits. Toutefois, de plus grandes excursions augmenteraient la largeur de bande du signal multiplex (et donc la largeur de bande du signal MF), qui est limitée par la Recommandation UIT-R BS.450. Par conséquent, un compromis doit être trouvé

* Les caractéristiques qui figurent ici ne constituent qu'un résumé d'un document plus détaillé publié séparément en tant que norme CEI 62106.

¹ Les exigences relatives à la verrouillage de phase sont exposées en détail dans la norme CEI 62106-1. Elles doivent être appliquées pour faciliter la démodulation au moyen de la technique de traitement du signal numérique. Le déplacement de symboles utilisé réduit l'excursion de crête du signal de données RDS2 de 25%.

pour optimiser les excursions de fréquence de crête des flux de données RDS2 compte tenu des limites concernant la largeur de bande.

1.4 Méthode de modulation: les sous-porteuses sont modulées en amplitude par le signal de données mis en forme et codé en biphase. La sous-porteuse est supprimée (Fig. 1a à 1c pour la sous-porteuse de base).

1.5 Fréquence d'horloge et débit de données: la fréquence d'horloge est obtenue en divisant par 48 celle de la sous-porteuse diffusée. En conséquence, le débit de données nominal est de $1\,187,5 \pm 0,125$ bit/s.

1.6 Codage différentiel: lorsqu'un 0 logique est appliqué à l'entrée du codeur de l'émetteur, le niveau de sortie reste inchangé par rapport à celui qui correspond au bit précédent. Dans le cas d'un 1 logique, le bit produit est le complément du précédent.

2 Codage en bande de base

2.1 Structure de codage: le plus grand élément de la structure est dénommé «groupe» et compte 104 bits. Chacun d'eux comporte quatre «blocs» de 26 bits, dont 16 bits significatifs et un mot de contrôle de 10 bits.

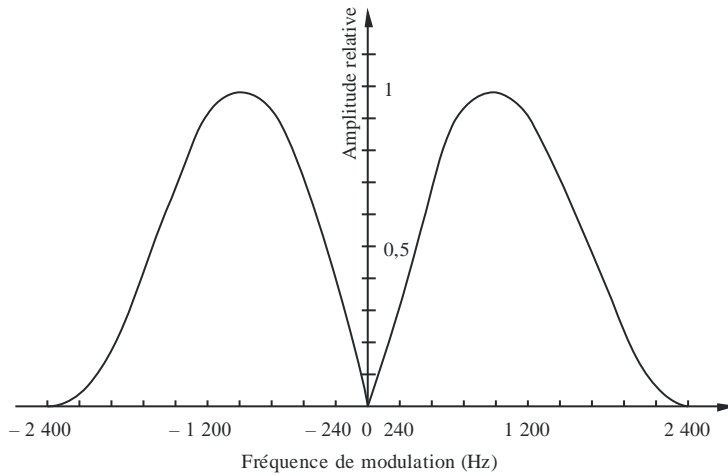
2.2 Ordre de transmission: tous les mots d'information, de contrôle et d'adresse sont diffusés avec leur bit de plus fort poids en premier.

2.3 Protection contre les erreurs: le mot de contrôle par redondance cyclique de 10 bits, auquel on ajoute un mot de décalage de 10 bits destiné à la synchronisation, permet au récepteur-décodeur de détecter et de corriger les erreurs à la réception.

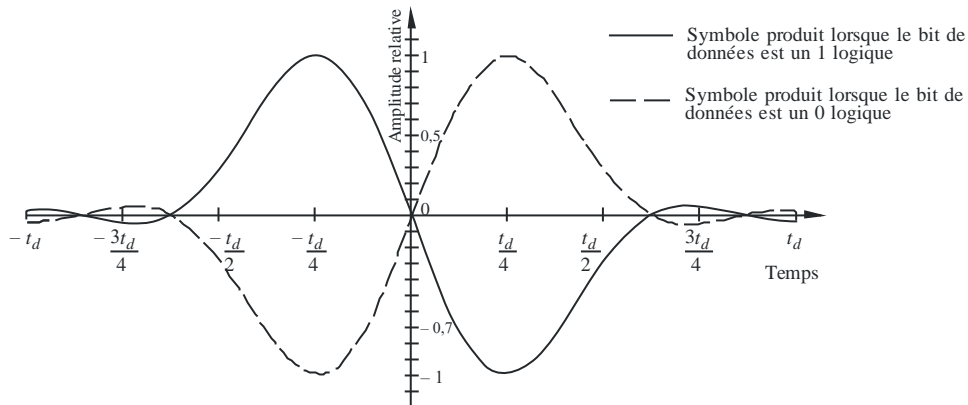
2.4 Synchronisation des blocs et des groupes: la transmission de données est entièrement synchrone et il n'y a aucun espace entre les groupes ou les blocs. Le décodeur peut reconnaître le début et la fin des blocs de données en mettant à profit le fait que le décodeur de contrôle des erreurs détecte avec une forte probabilité les glissements de synchronisation de blocs. À l'intérieur d'un bloc, chacun des groupes est identifié par un mot de décalage différent ajouté au mot de contrôle de 10 bits correspondant.

FIGURE 1

Spectre et représentation temporelle des signaux RDS

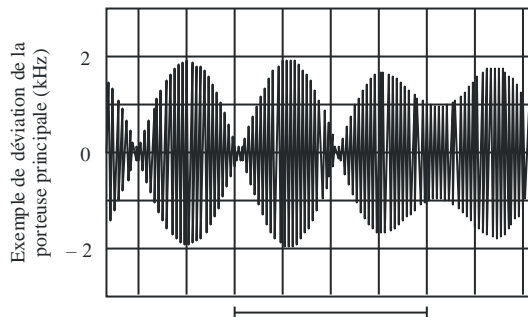


a) Spectre des signaux de données radiodiffusées codés en biphase



Période de l'horloge de données: $t_d = \frac{1}{187,5} \text{ s}$

b) Représentation temporelle d'un symbole de signal biphase



Un symbole biphase = une période de bit de données: $t_d = \frac{1}{187,5} \text{ s}$

c) Signaux de données diffusées à 57 kHz

BS.0643-01

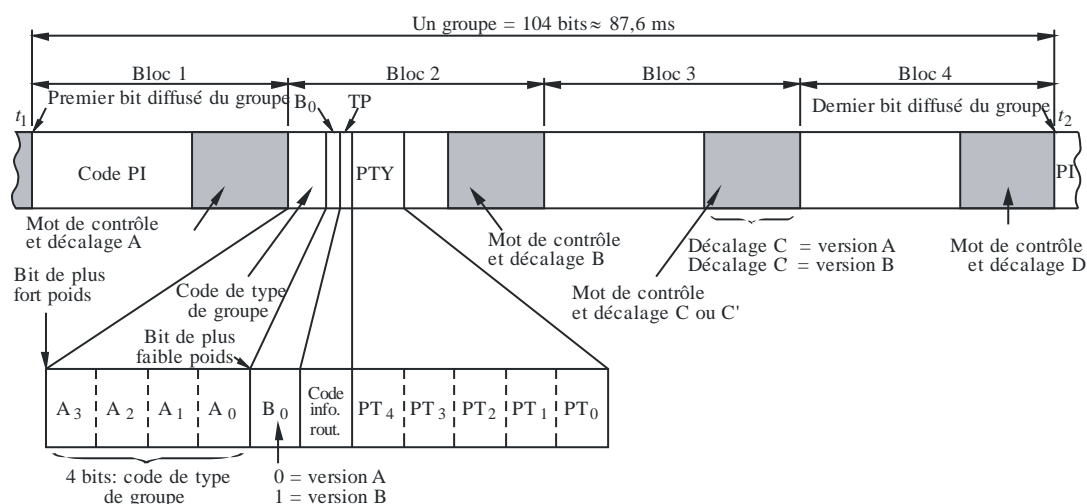
2.5 Format du message sur la sous-porteuse de base: les cinq premiers bits du deuxième bloc de chacun des groupes constituent un code à 5 bits définissant le type de groupe de l'application et sa version. Le Tableau 1 indique les types de groupes spécifiés. La fonction d'application de données ouverte (ODA) permet également d'ajouter des applications n'ayant pas encore été définies. Cette fonction permet aux applications d'utiliser des groupes déterminés sur une base réglementée. Il faut pour cela enregistrer l'application ODA spécifique selon la procédure détaillée dans la norme CEI 62106-3.

Une grande partie de la capacité du système RDS sur la sous-porteuse de base est utilisée pour des fonctions en rapport avec l'accord assisté ou automatique des récepteurs MF. De tels messages sont répétés fréquemment, ce qui permet d'obtenir un temps court d'acquisition des données pour l'accord ou le changement d'accord. Plusieurs des codes correspondants occupent toujours une position fixe dans chacun des groupes et peuvent donc être décodés sans se référer à aucun bloc autre que celui contenant l'information.

2.6 Pour les sous-porteuses supérieures, on utilise un nouveau type de groupe C, décrit dans la norme CEI 62106-2. Chacun de ces groupes a une capacité permettant de transporter 7 octets ou 56 bits. À l'aide du protocole de transfert de fichiers RDS2 (RFT), il est possible de transmettre des fichiers associés à des applications ODA jusqu'à 163 kbit. L'application ODA concernée précise dans chaque cas comment utiliser le fichier transmis dans le récepteur/décodeur. Chaque application ODA utilise des identificateurs d'application (AID). Un récepteur qui ne met pas en œuvre l'identificateur d'application ODA correspondant peut ignorer les données reçues.

FIGURE 2

Format et adressage du message sur la sous-porteuse de base

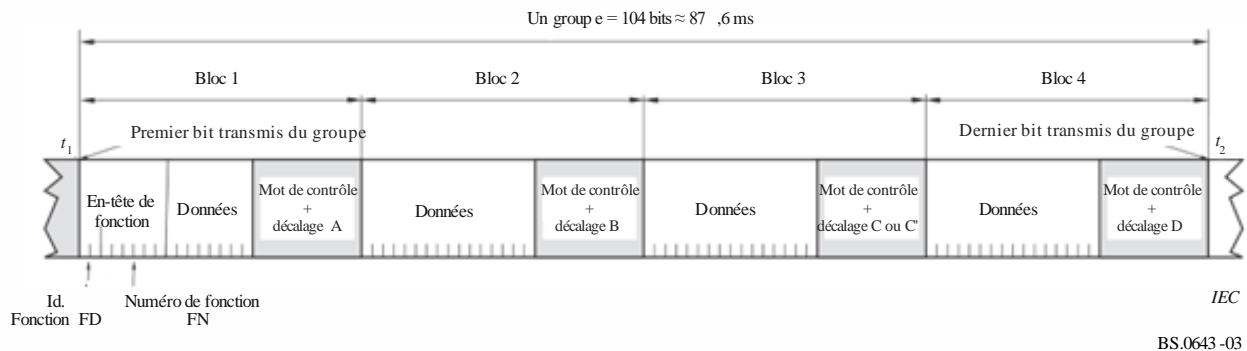


- Note 1 – Code de type de groupe = 4 bits.
- Note 2 – B_0 = code de version = 1 bit.
- Note 3 – Code PI = code d'identification de programme = 16 bits.
- Note 4 – TP = code d'identification d'un programme pour automobilistes = 1 bit.
- Note 5 – PTY = code de genre de programme = 5 bits.
- Note 6 – Mot de contrôle + décalage «N» = 10 bits ajoutés pour la protection contre les erreurs et l'information de synchronisation de bloc ou de groupe.
- Note 7 – $t_1 < t_2$: dans tout groupe, le bloc 1 est transmis en premier et le bloc 4 en dernier.

La structure du type de groupe C utilisée sur les sous-porteuses supérieures est illustrée à la Fig. 3.

FIGURE 3

Format du message et en-tête de fonction utilisés pour l'identification du groupe sur les sous-porteuses supérieures



NOTE – L'en-tête de fonction détermine en totalité l'identification du groupe.

TABLEAU 1

Exemples de codes de types de groupes utilisés sur la sous-porteuse de base

Type de groupe						Applications
Valeur décimale	Code binaire					
	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	B ₀	
0	0	0	0	0	X ⁽¹⁾	Information de base d'accord et de commutation
2	0	0	1	0	X	Radiotexte
3	0	0	1	1	0	Identification d'application de données ouverte
4	0	1	0	0	0	Heure et date
14	1	1	1	0	X	Information sur les autres réseaux améliorée
15	1	1	1	1	0	Nom long de programme
15	1	1	1	1	1	Information rapide de base d'accord et de commutation

⁽¹⁾ X signifie qu'il y aurait un «0» en version A ou un «1» en version B.

Note: les groupes non répertoriés ici peuvent servir à transporter des données ODA

Le Tableau 2 explique la signification des abréviations utilisées et indique les caractéristiques auxquelles elles s'appliquent.

TABLEAU 2

Liste des abréviations et des caractéristiques

Fonctions d'accord	Autres fonctions
PI: identification du programme	TA: drapeau des annonces routières
PS: nom (court) de la chaîne de programmes	DI: identification du décodeur
LPS: nom long de la chaîne de programme	RT/RT+/eRT: radiotexte/radiotexte plus/radiotexte amélioré
AF: liste des autres fréquences possibles	CT: heure et date
TP: identification des programmes pour automobilistes	ODA: application de données ouverte

TABLEAU 2 (*fin*)

Fonctions d'accord	Autres fonctions
PTY: genre de programme	TMC: voie pour les messages d'informations routières
EON: information sur les autres réseaux améliorée	RDS2: utilisation d'une, de deux ou des trois sous-porteuses supérieures
ECC: code de pays étendu	RFT: protocole de transfert de fichiers RDS2

2.7 Cadence de répétition: le Tableau 3 indique les cadences de répétition appropriées pour certaines des principales applications, quand et si elles sont mises en oeuvre par le radiodiffuseur.

TABLEAU 3

Cadences de répétition appropriées

Applications	Types de groupes qui contiennent cette information	Cadence de répétition appropriée/s
Code d'identification de programme (PI)	Tous	11,4 ⁽¹⁾
Code du genre de programmes (PTY)	Tous	11,4 ⁽¹⁾
Code d'identification des programmes pour automobilistes (TP)	Tous	11,4 ⁽¹⁾
Nom de la chaîne de programmes (PS)	0A, 0B	1 ⁽²⁾
Code des autres fréquences possibles (AF)	0A	4 ⁽²⁾
Code d'annonces routières (TA)	0A, 0B, 15B	4
Code d'identification du décodeur (DI)	0A, 0B, 15B	1
Code musique/parole (M/S)	0A, 0B, 15B	4
Message en radiotexte (RT)	2A, 2B	0,2 ⁽³⁾
Information sur les autres réseaux améliorée (EON)	14A, 14B	Jusqu'à 2 ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Pour cette possibilité, des codes valables seront émis au moins à la cadence indiquée lorsque l'émetteur diffuse un programme de radiodiffusion normal.

⁽²⁾ On doit utiliser un total de 4 groupes 0A pour diffuser le nom PS entier et il faut donc prévoir 4 groupes 0A par seconde. Le rythme de répétition des groupes de type 0A peut être réduit si l'on demande davantage de capacité pour d'autres applications. Il faut toutefois diffuser au moins deux groupes de type 0A par seconde pour garantir un fonctionnement correct des possibilités PS et AF. Il faut noter que, dans ce cas, l'émission du PS complet demandera 2 s. Cependant, dans des conditions de réception normales, l'apparition d'erreurs imposera au récepteur un délai de 4 s ou davantage pour acquérir le nom PS en vue de son affichage. Le PS est statique et ne doit pas être utilisé pour la transmission de textes.

⁽³⁾ On doit utiliser un total de 16 groupes de type 2A pour diffuser un message de radiotexte de 64 caractères et il faut donc prévoir 3,2 groupes de type 2A par seconde. Pour certains jeux de caractères composés d'un code de caractère à 2 octets, la fonction de radiotexte améliorée est mieux adaptée.

⁽⁴⁾ Le cycle de diffusion de *toutes* les données relatives à *tous* les programmes référencés ne doit pas dépasser 2 min.

Annexe 2

Caractéristiques d'exploitation du système RDS

1 Compatibilité avec les émissions en modulation de fréquence existantes

La fréquence, le niveau et la méthode de modulation des sous-porteuses acheminant les signaux de données ont été soigneusement choisis pour éviter de perturber la réception du programme principal stéréophonique ou monophonique. Du fait de l'extrême importance des considérations de compatibilité, des essais en exploitation approfondis et prolongés ont été effectués dans plusieurs pays. On a ainsi constaté que la compatibilité est bonne dans des conditions de propagation et avec des récepteurs très divers. À certains endroits où les signaux reçus sont affectés d'effets importants de propagation par trajets multiples, on risque cependant d'observer une perturbation du programme principal, mais dans pareil cas, sa qualité de réception est généralement mauvaise du fait des distorsions, même en l'absence de signaux RDS.

2 Fiabilité de réception des signaux de données

Lors de l'évaluation de la fiabilité de réception des signaux de données, il importe de considérer les applications du système RDS comme se répartissant en deux catégories: celles utilisant des messages brefs fréquemment répétés, par exemple, pour l'accord automatique et celles, comme le radiotexte, dont les messages sont plus longs, mais moins souvent répétés.

Dans le cas de réception en limite de champ (ce qui peut arriver pour des installations domestiques fixes) et si les signaux RDS sont injectés au niveau recommandé de ± 2 kHz, on peut obtenir une fiabilité de réception suffisante pour les messages courts avec une tension à l'entrée du récepteur d'environ 15 dB(μ V) (source à 50 Ω); pour les messages plus longs, cette tension doit atteindre environ 20 dB(μ V). Il faut cependant préciser que ces valeurs dépendent du facteur de bruit du récepteur qui est typiquement d'environ 7 dB. Elles correspondent respectivement à des taux d'erreur binaire de 1×10^{-2} et 1×10^{-4} à la réception avant correction. Dans ces conditions de réception en limite de champ, le taux d'erreur binaire décroît exponentiellement en fonction inverse du niveau à l'entrée du récepteur. De plus, quand les signaux RDS sont injectés à l'émission en respectant la plage de niveaux d'injection prévue (entre ± 1 et $\pm 7,5$ kHz), la tension à l'entrée du récepteur nécessaire pour obtenir un taux d'erreur donné est à peu près inversement proportionnelle au niveau d'injection. C'est ainsi, par exemple, que si on réduit le niveau d'injection de ± 2 à ± 1 kHz, la tension, qui devra être présente à l'entrée d'un récepteur RDS pour obtenir un taux d'erreur binaire donné, augmentera de 6 dB.

Les études visant à déterminer le meilleur niveau d'injection des signaux RDS ont montré qu'il fallait trouver un compromis entre la compatibilité avec le programme principal et la fiabilité de réception des signaux RDS. Globalement, le niveau recommandé correspondant à une déviation de ± 2 kHz par sous-porteuse de la porteuse principale, constitue le meilleur compromis pour une large gamme de conditions de réception.

En réception mobile à bord de véhicules, on a souvent constaté que la propagation par trajets multiples constituait la principale source de dégradation des signaux RDS et des essais approfondis ont été réalisés dans plusieurs pays sur le comportement du système dans de telles conditions.

Au cours de ces essais en vraie grandeur menés sur des routes où les signaux des émetteurs locaux étaient gravement dégradés par des effets de propagation par trajets multiples, on a constaté que les messages fréquemment répétés nécessaires pour l'accord automatique des récepteurs RDS pouvaient encore souvent être reçus avec fiabilité, même quand le programme principal était gravement dégradé par de la distorsion et du bruit. Dans le cas où la possibilité de réception est limitée par le champ

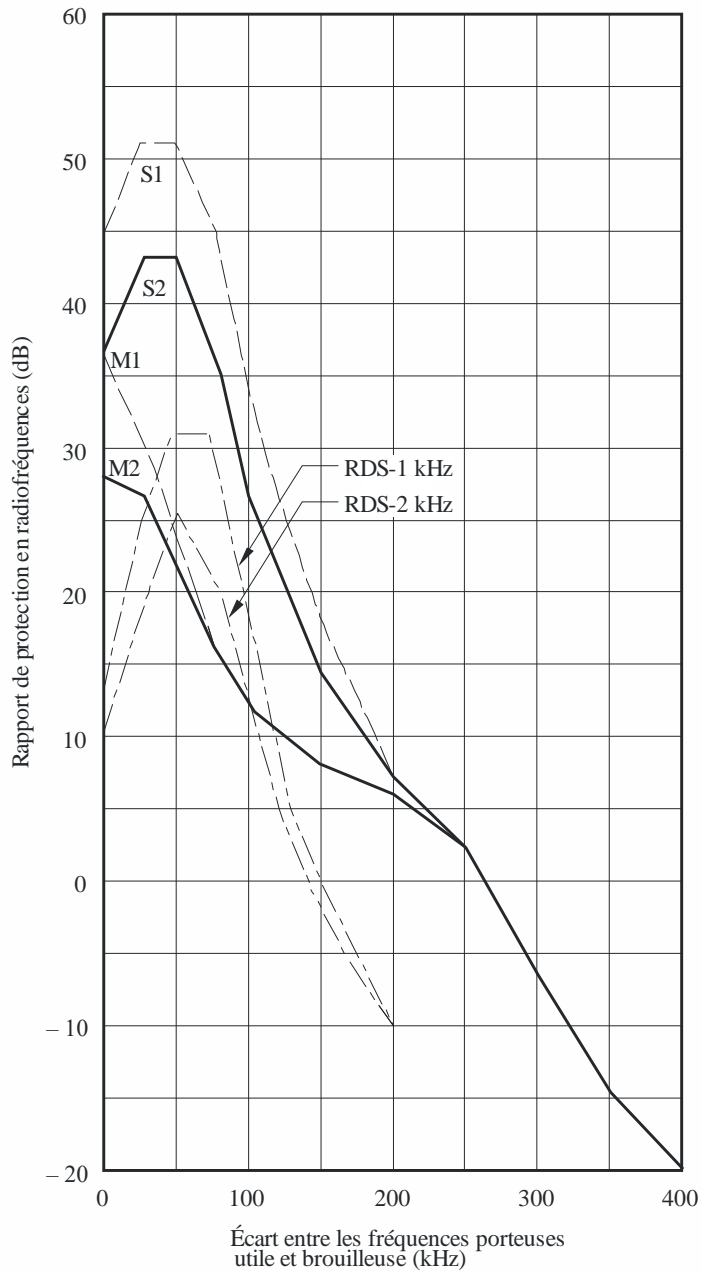
disponible, on a observé une amélioration de la fiabilité de réception lorsqu'on augmentait le niveau d'injection à l'émission, mais les résultats restaient néanmoins satisfaisants jusqu'au niveau minimal autorisé par la spécification du système RDS, soit ± 1 kHz.

Le rapport de protection RF qu'exige le système RDS vis-à-vis des émissions de radiodiffusion non désirées faites sur le même canal ou sur le canal adjacent a été déterminé par des mesures de laboratoire en utilisant une procédure semblable à celle utilisée pour établir les rapports de protection figurant dans la Recommandation UIT-R BS.412. Les résultats de ces mesures pour les brouillages permanents sont donnés à la Fig.4 pour le système RDS utilisant uniquement la sous-porteuse de base. On notera que, pour les émissions respectant l'espacement recommandé de 100 kHz entre canaux, le rapport de protection exigé par le système RDS est très inférieur à celui demandé par les émissions en stéréophonie. La Fig. 4 montre que les rapports de protection RDS sont voisins de ceux qui s'appliquent aux signaux de programmes en monophonie; on peut les améliorer, si on le désire, en utilisant un niveau de sous-porteuse RDS accru.

Les expériences montrent que les rapports de protection existants pour les services de radiodiffusion en monophonie et en stéréophonie ne sont pas affectés par l'insertion d'une sous-porteuse RDS dans le signal brouilleur. Tel a été le cas pour une déviation allant jusqu'à $\pm 7,5$ kHz de la porteuse principale par la sous-porteuse.

FIGURE 4

Comparaison des rapports de protection en monophonie et en stéréophonie définis dans la Recommandation UIT-R BS.412 avec ceux mesurés pour le système RDS utilisant uniquement la sous-porteuse de base



Courbes M1: Radiodiffusion monophonique, brouillage constant
M2: Radiodiffusion monophonique, brouillage troposphérique
S1: Radiodiffusion stéréophonique brouillage constant
S2: Radiodiffusion stéréophonique brouillage troposphérique
RDS-1 kHz: Émission de données déviation ± 1 kHz, brouillage constant, taux d'erreur binaire 1×10^{-3}
RDS-2 kHz: Émission de données déviation ± 2 kHz, brouillage constant, taux d'erreur binaire 1×10^{-3}